

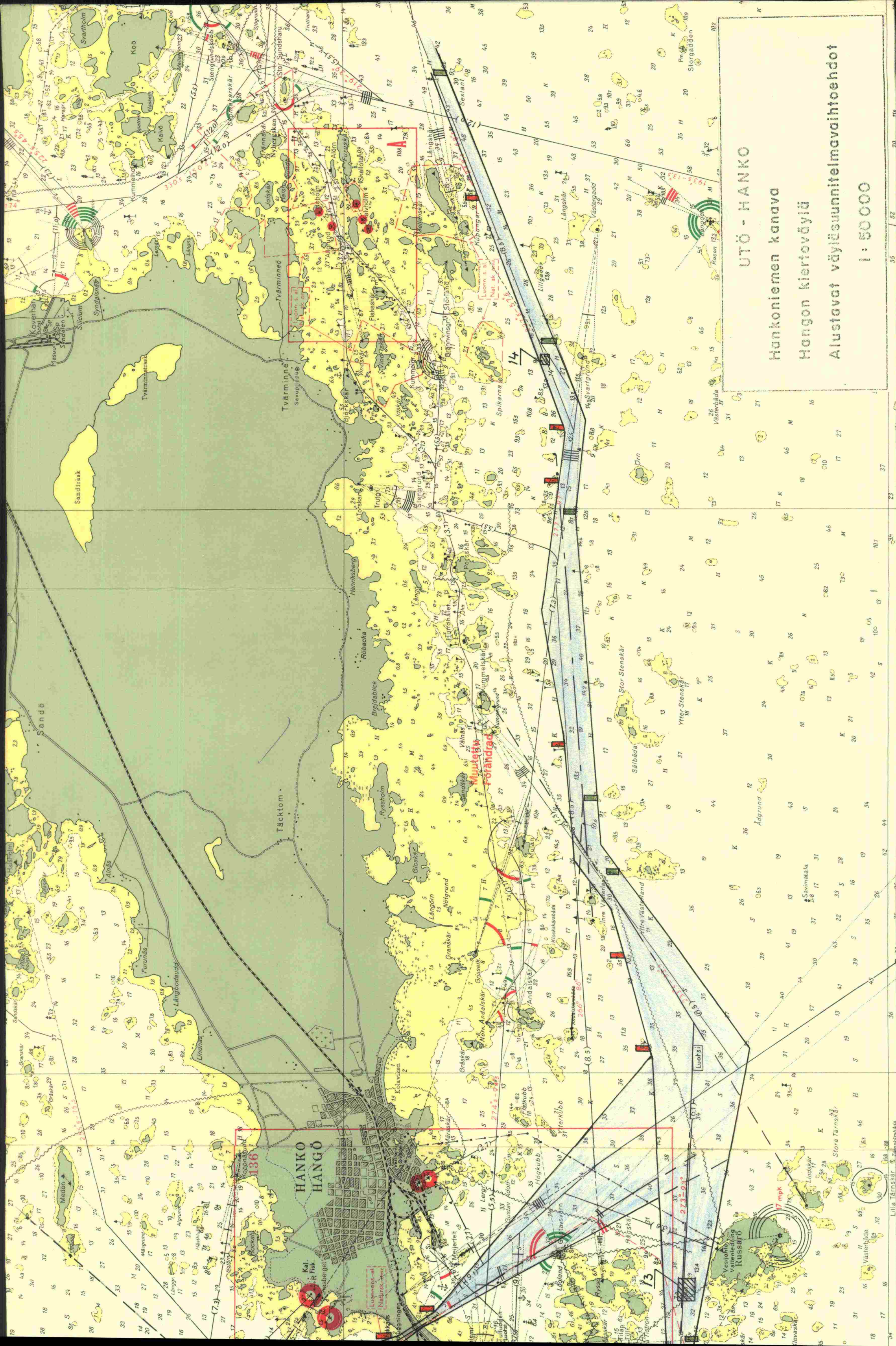
**HANGON TYÖRYHMÄN SELVITYS
HANKONIEMEN KANAVASTA**

LIITE 3

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMAT ALUSTAVAT KANAVASUUNNITELMAT**

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMAT ALUSTAVAT HANKONIEMEN KIERTÄ-
VÄN VÄYLÄN SUUNNITELMAT**

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMA VESILIIKENTEEEN KUSTANNUSHYÖTY-
ANALYYSI**



UTÖ - HANKO

Hankoniemen kanava

Hangon kiertoväylä

Alustavat väyläsuunnitelmavaihtoehdot

1:50000

HANGON TYÖRYHMÄN SELVITYS
HANKONIEMEN KANAVASTA

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMAT ALUSTAVAT KANAVASUUNNI-
TELMAT

Hankoniemen kanava

Yleissuunnitelmaselostus

1. Yleistä

Hankoniemen kanavan suunnittelun lähtökohdaksi merenkulkuhallitus on antanut kolme vaihtoehtoista kulkusyvyyttä, 10, 12 ja 15 m. Lisäksi merenkulkuhallitus on esittänyt, että kanavan pitäisi olla 2-suuntainen.

Kanavan suunnitellulla rakennuspaikalla on Geotek Oy suorittanut maaperätutkimuksia syksyn 1971 ja talven 1972 aikana. Näiden tutkimusten tarkoituksena on ollut selvittää yleissuunnitelman ja kustannusarvion laatimisessa tarvittavat tiedot maaperän laadusta sekä syvyysuhteista vesialueella.

2. Linjaus

Hankoniemen kapeimman kohdan molemmilla puolilla on laajat saarista vapaat täyssyivät alueet, jotka ulottuvat lähelle rantaa. Kanavan linjaukselle on näin ollen selvä suunta, joka on noin 147°. Tällä suunnalla saadaan kanavalinja vedetyksi suorana Utön - Hangon ja Hangon - Porkkalan väylille. Liikenteellisesti tämä on erittäin hyvä ratkaisu, sillä ennen kanavaan ajoa niemen luoteispuolella on 4 km:n ja kaakkoispuolella 5 km:n suora väyläosuus.

Aluekysymysten takia on ollut myös linjausvaihtoehto, jossa kanavaa on siirretty hieman niemen kärkeen päin. Tämä aiheuttaa paitsi ruopattavien massojen lisääntymisen, myös kaarteen väylälle vähän ennen kanavaan ajoa. Lähinnä liikenteellisesti ratkaisu on niin huono, ettei sitä ole lähemmin tarkasteltu.

Junalauttasuunnitelmaan liittyvän ratapihan sijainti kanavan lounaispuolella estää myös kanavan siirtämisen niemen kärkeen päin.

3. Poikkileikkausmitoitus

3.1. Liikennemäärät

Alustavassa liikennemääräarvioissa on oletettu, että v. 1980 kanavan kautta kulkisi n. 190...250 alusta/kk, eli noin 10 alusta/vrk. Alusten koon jakautumasta ei ole muuta käsitystä kuin että v. 1970 olisi kanavaa käyttäneiden alusten keskikantavuus ollut n. 2.000 dwt. Tämä osoittaa, että suurin osa aluksista on suhteellisen pieniä. Maksimialuksia kulkisi todennäköisesti vain 0...3 kpl päivässä, joten todennäköisyys sille, että kaksi maksimialusta kohtaisi 400 m pitkässä kanavassa, on hyvin pieni. Lisäksi kanavan molemmilla puolilla on runsaasti tilaa, niin, että mahdolliset kohtaamiset voidaan helposti järjestää

kanavan ulkopuolelle. Jos silta rakennetaan, joudutaan valopasteilla ohjaamaan liikennettä, mutta jos siltaa ei rakenneta, niin arvioidulla liikennemäärällä tuskin tarvitaan liikenteen ohjausta. Näin ollen ei liene perusteltua, että kanava tehtäisiin 2-suuntaiseksi maksimialuksille.

Kaikki kolme kulkusyvyysvaihtoehtoa on mitoitettu 1-suuntaiseksi. Lisäksi on 12 m:n kanavasta esitetty 2-suuntainen vaihtoehto. Jäljempänä tarkastellaan vaihtoehtoja, minkä kokoisille aluksille 1-suuntaisessa kanavassa voidaan kohtaminen sallia.

3.2. 10 m:n kulkusyvyys

Mitoituslaskukseksi on otettu:

d = 10 m
b = 25 m ~25.000 dwt
l = 180 m

Mitoitus on suoritettu Sogreahin menetelmää käyttäen. Taulukossa 1 on laskettu mitoitukseen vaikuttavia eri tekijöitä. Vaihtoehtoja on esitetty kolmella eri pohjan leveyden ja kahdella vesisyvyyden arvoilla.

Mitoituksen kannalta tärkeimmät helposti laskettavissa olevat tekijät ovat aluksen rajanopeus V_1 , sallittu nopeus V_{sall} , aluksen suurin tasainen painuminen (Squat) Z_{max} sekä veden takaisinvirtausnopeus V_t .

Kriteedoksi on otettu, että $V_{sall} \geq 4$ m/s, painuma ≤ 12 % laivan syväyksestä eli ≤ 120 cm, varavesi kölin alla ≥ 12 % laivan syväyksestä eli ≥ 120 cm sekä $V_t \leq 1$ m/s. Näiden perusteella on päädytty tässä vaihtoehdossa 65 m:n pohjan leveyteen ja 12,5 m:n vesisyvyyteen. Luiskien kaltevuudeksi on valittu 1:3.

Leveyteen ja syvyyteen vaikuttavat myös muut seikat, kuten eroosio ja tuuli, joista enemmän jäljempänä.

Aikaisemmin on jo mainittu, että kanavaa tuskin kannattaa mitoitaa maksimialuksille 2-suuntaiseksi. 65 m:n levyinen kanava ei salli syväykseltään 10 m:n alusten kohtaamista, sillä alusvara ja reunavara - 11 m:n tasolla on vain 8 m. Tämä arvo on liian pieni näin suurille aluksille.

Tarkastellaan esim. syväykseltään 7 m:n alusten kohtaamismahdollisuutta. Tällaisten alusten leveys on n. 17 m ja pituus n. 140 m. Laskettaessa alusvara ja reunavara - 8 m:n tasolla, saadaan näiden arvoksi 19 m. Tätä arvoa voitaneen pitää riittävän suurena turvalliselle kohtaamiselle.

Syväykseltään 8 m:n aluksilla alus- ja reunavara olisivat n. 16 m. Kohtaaminen voisi olla mahdollista myös tämän kokoisilla aluksilla ainakin poikkeustapauksissa. Ilmeistä kuitenkin on, että turvallisuuden kannalta ei liene syytä sallia syväykseltään yli 7 m:n alusten kohtaamista 65 m:n levyisessä kanavassa.

Vertailun vuoksi voidaan mainita, että vanhan Kielin kanavan pohjan leveys oli 44 m ja vesisyvyys 11,00 m kulkusyvyyden ollessa 9,50 m. Kohtaaminen oli sallittu 6,10 m:n aluksille. Uudessa kanavassa pohjan leveys on 90 m. Vesisyvyys ja kulkusyvyys ovat samat kuin vanhassa eli 11,00 m ja 9,50 m. Lisäksi osa kanavasta on 120 m:n levyinen, joka on tarkoitettu myös maksimialuksille 2-suuntaiseksi.

3.3. 12 m:n kulkusyvyys

Mitoitusluokseksi on otettu:

d = 10 m
b = 32 m ~ 60.000 dwt
l = 240 m

Taulukossa 2 on esitetty 12 m:n kulkusyvyyssvaihtoehtoon mitoitus eri leveys- ja vesisyvyysarvoilla. Näistä on valittu suunnittelun perustaksi 75 m:n pohjaleveys ja 14,5 m:n vesisyvyys. Näillä arvoilla tosin varavesi kölin alla on hieman vähemmän kuin kriteerioksi otettu ≥ 12 % aluksen syväyksestä, mutta suunnittelun tässä vaiheessa voidaan lähteä näistä arvoista.

75 m:n kanavassa ei voida sallia maksimialusten kohtaamista. Syväykseltään 8 - 9 m:n aluksilla kohtaaminen voisi tapahtua jo suhteellisen turvallisesti, sillä alus- ja reunavara on n. 20m.

12 m:n kulkusyvyydestä kanavasta on esitetty myös 2-suuntainen vaihtoehto. Tässä vaihtoehtossa on päädytty 120 m:n pohjaleveyteen. Alus- ja reunavara on tällöin n. 20 m. Todellisuudessa kuitenkin kävisi niin, ettei kaksi näin suurta alusta lähtisi kohtaamaan 400 m pitkässä kanavassa, koska kanavan ulkopuolella kohtaamismahdollisuudet ovat huomattavasti paremmat.

3.4. 15 m:n kulkusyvyys

Mitoitusluokseksi on otettu:

d = 15 m
b = 38 m ~ 100.000 dwt
l = 280 m

Taulukossa 3 on esitetty 15 m:n kulkusyvyyden kanavan mitoitus. Tässä vaihtoehtossa on päädytty 100 m:n pohjaleveyteen ja 17,75 m:n vesisyvyyteen. Maksimialuksille kanava olisi 1-suuntainen. -14,5 m:n tasolla kanavan leveys on 119,60 m, mikä vastaa 2-suuntaista 12 m:n kulkusyvyyssvaihtoehtoa. Näinollen 12 m:n syvyyksillä aluksilla olisi mahdollista kohdata kanavassa.

4. Takaisinvirtausnopeus ja eroosio

Kanavan kohdalla maaperä on enimmäkseen hiekkaa ja soraa. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia, sillä eroosiovaara on ilmeinen. Ulottamalla verhous pohjaan saakka, voidaan eroosio kokonaan estää, mutta kustannusten vuoksi tämä tuskin tulee kysymykseen. Alustavassa suunnitelmassa verhous, joka on kivilouhetta, on ulotettu 2 m:n paksuisena - 3 m:n tasolle.

Takaisinvirtausnopeus muodostaa tärkeimmän ongelman eroosio-kysymyksessä. Laskemalla saadut nopeuksien arvot ovat n. 1 m/s, mutta todellisuudessa varmaan esiintyy myös suurempia arvoja. Vaarallisimman kohdan muodostaa luiskan ja pohjan yhtymäkohta, joka syöpyessään saa aikaan luiskien sortumista.

Hyvän vertailukohdan eroosio-kysymyksessä antavat sekä Kielin kanavalla että kanavan mallikokeissa suoritettut mittaukset. Kokeissa käytetyn aluksen koko on ollut 12.500 BRT, mikä hyvin vastaa Hankoniemen kanavan 10 m:n vaihtoehtoon mitoitusalusta. Nopeus on ollut $13 \text{ km/h} \hat{=} 3,6 \text{ m/s}$, mikä on lähellä Hankoniemen kanavan suunnittelunopeutta 4 m/s. Tulokseksi on saatu, että kun pohjan leveys on laskenut alle 65 - 70 m, niin eroosio on lisääntynyt huomattavasti 8.000 läpiajokerran jälkeen. 65 m:n levyisessä kanavassa eroosion suuruus on tällöin ollut n. $7 \text{ m}^3/\text{m}$. Lisäksi kokeissa on käynyt ilmi, että yli 5.000 BRT:n alukset ovat aiheuttaneet eroosio-aurioista n. 95 %.

Luonnossa vanha 44 m leveä Kielin kanava on osoittanut konkreettisesti, että eroosio-kysymyksen takia leventäminen on ollut välttämätöntä.

Tehtäessä edellä olevasta johtopäätöksiä Hankoniemen kanavan suhteen, voidaan todeta, että suunnitellut kanavan leveydet lienevät myös eroosion kannalta tarkoituksenmukaiset. Maalajit tosin eivät ole samoja, mutta eroosioherkkyydessä Kielin kanavan koheesiomaata ja Hankoniemen suhteellisen tasarakeista hiekkaa ja soraa voitaneen pitää lähes samanarvoisina. Kuitenkin ennenkuin rakentamaan ryhdytään eroosion ja luiskaverhosten tarkka selvittäminen mallikokeilla on välttämätöntä.

5. Aallot ja niiden vaikutus

Tuulen aiheuttaman aaltoilun ja sen vaikutusten arvioimiseen ei ole tällä hetkellä käytettävissä ko. alueelta suoritettuja mittauksia. Sensijaan Russarössä tehtyjen tuulihavaintojen perusteella voidaan paikallisia aalto-olosuhteita arvioida laskemalla. Tähän on olemassa useita teorioita ja laskentamenetelmiä, joista voidaan mainita esim. Svederup-Munk-Bretschneider-menetelmä (SMB), Pieson-Neuman-James-menetelmä (PNJ) ja Dabysiren menetelmä. SMB-menetelmällä laskettuja arvoja on taulukossa 4.

Tuulihavainnoista voidaan todeta, että vuosina 1960 - 69 on yli 12 tunnin myrskytuulta (yli 8 bof = 17,2 - 20,7 m/s) esiintynyt kaksi kertaa ja kestävyydeltään yli 18 tunnin myrskytuulta ei lainkaan.

Aallokko aiheuttaa kulkusyvyyden lisäyksen, joka riippuu ensisijaisesti aallokon koosta ja rakenteesta (aaltospektristä), aluksen koosta ja nopeudesta ollen suurin aluksen kulkiessa vasta-aallokkoon. Maksimialloikko kehittyy lähes kanavan suuntaiseksi kaakkoon, joten se vaikuttaa syvälle kanavaan. Vinoa aallokko aiheuttaa suojaamattoman kanavan suulla luiskista heijastuessaan ristiaallokon, mikä on aluksen ohjattavuuden kannalta epäsuotuisa tilanne. Määrittämällä maksimialukselle sallitut aaltosuhteet voidaan mahdollisten aallonmurtajien mitoitus suorittaa mallikokeilla.

Kanavaosuudella luiskaverhouksen tulee mahdollisimman tehokkaasti vaimentaa aaltoilua. Tähän päästään käyttämällä karkeaa louhosta ja loivia luiskia.

Suunniteltu luiskakaltevuus 1:3 lienee tähän sopiva. Aallokon aiheuttaman eroosion vuoksi on ilmeistä, että kanavan päät joudutaan verhoamaan syvemmälle kuin itse kanavassa, mahdollisesti pohjaan saakka.

6. Reunataso ja -tiet

Reunatason korkeuden valinta riippuu vedenkorkeuden pysyvyydestä ja tuulen sekä aluksen aiheuttamien aaltojen korkeudesta. Hangossa HW-arvo on n. +90 cm. 99 %:n pysyvyydellä veden korkeus on alle 50 cm. Aluksen aiheuttama padotusaalto on samaa suuruusluokkaa kuin vedenpinnan aleneminen, eli n. 1 m. Keula- ja peräaalto on yleensä hieman pienempi. Näiden arvojen perusteella on reunatason korkeudeksi valittu +2 m. Tuulen aiheuttaman aallokon vaikutus reunatason korkeuteen saadaan parhaiten selville mallikokeitten avulla.

Reunateiden leveydeksi on otettu 6 m. Tämä riittää kanavan kunnossapitoon tarvittaville ajoneuvoille.

7. Maaperä ja rakennustapa

Suoritetuissa tutkimuksissa maaperä on yleensä todettu olevan kitkamaata: hiekkaa ja soraa. Lisäksi esiintyy pienellä alueella kivikkoa, joka muodostuu $1/4 \dots 1/2 \text{ m}^2$ kivistä. Syvemmällä esiintyy mahdollisesti harjumoreenikerrostumia.

Kanavan rakentaminen tapahtunee parhaiten märkätyönä imuruoppaamalla. Kivikkoalueet kaivetaan kaivinkoneella osittain kuivatyönä ja osittain märkätyönä. Koko kanavan rakentaminen kuivatyönä työpatojen suojassa tuskin tulee kysymykseen, sillä pohjavedenpinta on korkealla ja maaperä helposti vettä läpäisevää, joten kuivanapito tuottaa vaikeuksia. Pelkkä veden pumpaaminen työkuopasta aiheuttaa varmasti hydraulisia murtumia. Nämä voidaan kyllä estää alentamalla pohjaveden pintaa, mutta kustannukset tulevat todennäköisesti tällöin imuruoppauskustannuksia suuremmaksi.

8. Kustannusarvio

Liitteenä on kustakin vaihtoehdosta kustannusarvio, jossa on lähdetty siitä, että massat poistetaan imuruoppaamalla. Vastavanlaisia ruoppaustöitä on suoritettu Suomessa niin vähän, että kunnollista vertailupohjaa yksikköhinnoille ei ole ollut kustannusarvioita laadittaessa. Oulun sataman ruoppaustöiden kustannusten perusteella on päädytty esitettyihin yksikköhintoihin, kuitenkin niin, että kustannustaso on maaperän ja muiden olosuhdetekijöiden aiheuttamien epävarmuustekijöiden takia oletettu korkeammaksi kuin em. työssä.

9. Silta-tunneliyhteys

Silta-tunnelivaihtoehtojen kustannukset ja vaikutukset on selvitetty Hangon työryhmän lausunnossa ja Orrje & Co:n raportis-

sa. Kanavasuunnitelmapiirustuksiin on vaihtoehtoihin, joissa pohjanleveys on 65 m ja 75 m, sijoitettu nostosilta (yhdistetty tie- ja rautatiesilta) sekä leveämpiin kanavavaihtoehtoihin, joissa siltayhteys ei ole mahdollinen, tietunneli.

Silta on alustavasti suunniteltu siten, että kaksikaistainen ajorata on alhaalla. Rautatielle ei ole varattu omaa kaistaa, vaan kiskot on sijoitettu kulkemaan keskellä ajorataa, jonka leveydeksi on otettu 6,50 m. Yhdistetty jalka- ja pyörätie, leveydeltään 1,50 m, on suunniteltu ulokkeena sillan ulkopuolelle. (Orrje & Co:n laskelmissa on sillan hyötyleveytenä ollut 8 m.) Ratapihan vuoksi joudutaan sillan tasausviiva laskemaan tasolle NN+3 m, jolloin kanavan alikulkukorkeudeksi tulee n. 2 m. Sillassa on alikulkukorkeudeksi otettu 5,60 m, mikä on vaadittava korkeus sellaisilla VR:n uudisrakennuksilla, joita ei sähköistytä.

Tietunneli on mitoitettu vaihtoehtoisesti sekä 1- että 2-suuntaiseksi. Ajoradan osalta tunnelin korkeus on 4,60 m, leveys 1-suuntaisena 4,70 m ja 2-suuntaisena 7,70 m. Lisäksi on jalankulkijoille ja pyöräilijöille oma tunneliaukko, jonka leveys on 3,50 m ja korkeus 2,50 m. Putkistoille on myös varattu tarvittavat tilat.

10. Loppulause

Hankoniemen kanavan suunnittelussa on monia vaikeasti laskettavissa olevia tekijöitä, joista tärkeimmät ovat eroosio, aallokko ja imuruoppauksen mahdollisuudet. Siinä vaiheessa, kun päätetään, että kanava todennäköisesti rakennetaan, täytyy käynnistää mallikokeet, joilla ongelmat pyritään selvittämään. Lisäksi tulisi suorittaa koeruoppauksia maaperän ruopattavuuden selvittämiseksi. Ennen mallikokeita pitäisi myös olla kentällä suoritettuja tuuli- ja aaltohavaintoja.

TVH, 24.1.1973

Lähtekirjallisuutta:

- | | |
|--------------------------|---|
| RIL | : Maa- ja vesirakennus, Helsinki 1968 |
| Hay, D. | : Harbour entrances, channels and touring basins
The Dock & Harbour Authority, 1968, January |
| Springer-Verlag | : Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Berlin/Heidelberg 1969 |
| Kungl. Sjöfartsstyrelsen | : Farleders djupmarginaler, Stockholm 1968 |

Liitteet:

- Taulukko 1: 10 m:n vaihtoehdon mitoitus
- Taulukko 2: 12 m:n vaihtoehdon mitoitus
- Taulukko 3: 15 m:n vaihtoehdon mitoitus
- Taulukko 4: Aaltolaskelmia
- Mitoitukseen vaikuttavien suureiden selitykset
- Kustannusarviot 4 kpl
- Geotek Oy:n tutkimusselostus
- Yleiskartta vaihtoehdosta A ja täyttöaluevaihtoehdoista
- Alustavat yleissuunnitelmat 1:2000 4 kpl

Taulukko 1: 10 m:n vaihtoehtoon mitoitus

Mitoitusalus: $\begin{cases} d = 10 \text{ m} \\ b = 25 \text{ m} \\ l = 180 \text{ m} \end{cases}$

~ 25 000 dwt

	B = 60 m		B = 65 m		B = 70 m	
	T = 12 m	T = 12,5 m	T = 12 m	T = 12,5 m	T = 12 m	T = 12,5 m
ol.alusn. $V \text{ [m/s]}$	4	4	4	4	4	4
T/d	1,20	1,25	1,20	1,25	1,20	1,25
v/V_1	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$
$L \text{ [m]}$	132	135	137	140	142	145
$A_K \text{ [m}^2\text{]}$	1150	1220	1210	1280	1270	1345
$A_1 \text{ [m}^2\text{]}$	245	245	245	245	245	245
n	4,70	4,97	4,94	5,23	5,20	5,50
$l/n = s$	0,213	0,201	0,202	0,192	0,193	0,182
$D = A_K/L \text{ [m]}$	8,71	9,05	8,83	9,15	8,95	9,28
$V_1 \text{ [m/s]}$	4,16	4,55	4,37	4,65	4,58	4,77
$V_{sall} \text{ [m/s]}$	3,74	4,10	3,94	4,18	4,13	4,30
V/V_1	0,960	0,880	0,915	0,860	0,874	0,840
$Z_{max} \text{ [cm]}$	128	103	104	93	95	84
varavesi [cm]	72	147	86	157	105	166
$V_T \text{ [cm/s]}$	108	101	101	95	96	89
$\Delta T \text{ [cm]}$	94	83	84	74	75	67

Taulukko 2: 12 m:n vaihtoehtoon mitoitus

Mitoitusalus: $\begin{cases} d = 12 \text{ m} \\ b = 32 \text{ m} \\ l = 240 \text{ m} \end{cases}$

~ 60 000 dwt

	B = 75 m		B = 80 m		B = 85 m	
	T = 14,5 m	T = 15,0 m	T = 14,5 m	T = 15,0 m	T = 14,5 m	T = 15 m
ol.alusn. $V [m/s]$	4	4	4	4	4	4
T/d	1,21	1,25	1,21	1,25	1,21	1,25
v/V_1	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$
$L [m]$	162	165	167	170	172	175
$A_K [m^2]$	1715	1800	1790	1875	1865	1950
$A_l [m^2]$	376	376	376	376	376	376
n	4,56	4,80	4,76	4,99	4,96	5,18
$l/n = s$	0,219	0,209	0,210	0,200	0,202	0,193
$D = A_K/L [m]$	10,60	10,90	10,70	11,00	10,85	11,15
$V_1 [m/s]$	4,49	4,65	4,62	4,88	4,86	5,12
$V_{sall} [m/s]$	4,05	4,18	4,16	4,40	4,38	4,60
V/V_1	0,890	0,860	0,865	0,820	0,824	0,780
$z_{max} [cm]$	118	109	109	92	92	81
varavesi [cm]	132	191	141	208	158	219
$V_T [cm/s]$	112	105	106	100	101	96
$\Delta T [cm]$	101	90	95	82	86	76

Taulukko 3: 15 m:n vaihtoehtoon mitoitut

Mitoitusalus: $\begin{cases} d = 15 \text{ m} \\ b = 38 \text{ m} \\ l = 280 \text{ m} \end{cases} \sim 100\,000 \text{ dwt}$

	B = 95, m		B = 100 m		B = 105 m	
	T = 17,5 m	T = 18,0 m	T = 17,5 m	T = 18,0 m	T = 17,5 m	T = 18,0 m
ol.alusn. $V \text{ [m/s]}$	4	4	4	4	4	4
T/d	1,165	1,20	1,165	1,20	1,165	1,20
v/V_1	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$	$\leq 0,9$
$L \text{ [m]}$	200	203	205	208	210	213
$A_K \text{ [m}^2\text{]}$	2580	2680	2670	2770	2760	2860
$A_L \text{ [m}^2\text{]}$	558	558	558	558	558	558
n	4,62	4,80	4,78	4,96	4,95	5,12
$l/n = s$	0,216	0,208	0,209	0,201	0,202	0,195
$D = A_K/L \text{ [m]}$	12,9	13,2	13,0	13,3	13,1	13,4
$V_1 \text{ [m/s]}$	4,96	5,24	5,20	5,38	5,34	5,62
$V_{sall} \text{ [m/s]}$	4,46	4,72	4,68	4,84	4,80	5,05
V/V_1	0,805	0,765	0,770	0,743	0,750	0,715
$Z_{max} \text{ [cm]}$	108	90	91	83	84	72
varavesi [cm]	142	210	159	217	166	228
$V_T \text{ [cm/s]}$	110	105	106	101	101	97
$\Delta T \text{ [cm]}$	98	90	91	83	83	76

Taulukko 4:

Aaltolaskelmia Hankoniemen kanavalla

- Oletettu tuulen pysyvyys 10 - 27 tuntia
- Laskelmiin sovellettu SMB-teoriaa

$H_{1/3}$ = aallon merkitsevä korkeus (keskiarvo suurimman kolmanneksen arvoista)

L = aallon pituus

T = aaltojakson pituus (s)

indeksi^o = syvän veden arvot

		syvyys - 35 m			syvyys = 12,5 m		
tuulen suunta	nop. (m/s)	$H_{1/3}$ (m) ^o	L (m) ^o	T (s) ^o	$H_{1/3}$ (m)	L (m)	T (s)
135 ^o	10,0	1,72	44,3	5,33	1,63	42,2	5,3
"	12,5	2,49	62,7	6,34	2,28	55,7	6,3
"	15,0	3,38	82,9	7,29	3,08	67,9	7,3
"	20,0	4,97	126,4	9,00	4,64	89,2	9,0
"	25,0	7,26	174,9	10,59	7,04	108,8	10,6
328 ^o	10,0	1,25	29,2	4,33	1,23	29,0	4,3
(kana-	12,5	1,84	42,5	5,22	1,74	40,8	5,2
van	15,0	2,40	50,3	5,68	2,23	47,4	5,7
suun-	20,0	4,13	72,1	6,80	3,77	61,7	6,8
ta)	25,0	5,05	106,4	8,26	4,65	80,3	8,3

Mitoitukseen vaikuttavien suureiden selitykset

- b = aluksen leveys
 d = aluksen syväys
 l = aluksen pituus
 B = kanavan pohjan leveys
 H = kanavan vesisyvyys
 v = oletettu alusnopeus
 v_L = aluksen rajanopeus
 V_{sall} = sallittu ajonopeus
 L = kanavan vesipinnan leveys
 A_k = kanavan poikkileikkausala
 A_l = aluksen poikkileikkausala = $0,98 \cdot b \cdot d$
 n = A_k/A_l
 S = $1/n$
 D = A_k/L kanavan keskimääräinen vesisyvyys
 Z_{max} = aluksen suurin painuminen
 V_T = takaisinvirtausnopeus

$$\approx \frac{A_l}{A_k - A_l} \cdot v$$

ΔT = Keskimääräinen vedenpinnan aleneminen

$$\approx \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{(2n - 1)}{(n - 2)^2}$$

Kustannusarvio

Kanavavaihtoehto A

Pohjan leveys 65 m

Haraussyvyys -12,50 m

Kulkussyvyys 10,00 m

Työ	Yksikkö	Määrä	Yks. hint	Kustannus mk	Yhteensä mk
Raivaustyöt	m ²	60 000	0,50	30 000	
Hiekan ja soran imuruoppaus					
läjitysmatka 0-600 m	m ³ ktr	500 000	4,00	2 000 000	
" 600-13000 m	m ³ ktr	560 000	4,70	2 632 000	
" 1300-1900 m	m ³ ktr	200 000	5,50	1 100 000	
Kivien leikkaus	m ³ ktr	30 000	15,00	450 000	
Reunapenkereet (louhe)	m ³ rtr	60 000	20,00	1 200 000	
Luiskaverhous (louhe)	m ³ rtr	30 000	20,00	600 000	
Reunatiet	m	1 200	50,00	60 000	
Valaistus	arvio			100 000	
Kanavan turvalaitteet	arvio			500 000	
Sulanapitolaitteet	arvio			100 000	
Yleiskustannukset + kustannusten tasaus ~10 %				928 000	9.700 000

Yhteinen osuus Hangon
kiertoväylästä:

turvalaitteet yhteisellä
osuudella

1 000 000

1 000 000

Yhteensä 10 700 000

Kustannusarvio

Kanavavaihtoehto B

Pohjan leveys 75 m

Haraussyvyys -14,50 m

Kulkussyvyys 12,0 m

Työ	Yksikkö	Määrä	Yks. hint	Kustannus mk	Yhteensä mk
Raivaustyöt	m ²	80 000	0,50	40 000	
Hiekan ja soran imuruoppaus	m ³ ktr	1 650 000	4,70	7 755 000	
Kivien leikkaus	m ³ ktr	30 000	15,0	450 000	
Reunapenkereet (louhe)	m ³ rtr	60 000	20,0	1 200 000	
Luiskaverhous (louhe)	"	30 000	20,0	600 000	
Reunatiet	m	1 200	50,0	60 000	
Valaistus	arvio			100 000	
Kanavan turvalaitteet	"			500 000	
Sulanapitolaitteet	"			100 000	
Yleiskust. ~ 10 % + kust.tasaus				1 095 000	11.900.000

Yhteensä 11 900 000

Kustannusarvio

Kanavavaihtoehto C

Pohjan leveys 120 m

Haraussyvyys -14,50 m

Kulkussyvyys 12,0 m

Työ	Yksikkö	Määrä	Yks. hint	Kustannus mk	Yhteensä mk
Raivaustyöt	m ²	100 000	0,50	50 000	
Hiekan ja soran imuruoppaus	m ³ ktr	2 200 000	4,40	9 680 000	
Kivien leikkaus	m ³ ktr	30 000	15,0	450 000	
Reunapenkereet (louhe)	m ³ rtr	60 000	20,0	1 200 000	
Luiskaverhous (louhe)	m ³ rtr	30 000	20,0	600 000	
Reunatiet	m	1 200	50,0	60 000	
Valaistus	arvio			100 000	
Kanavan turvalaitteet	"			500 000	
Sulanapitolaitteet	"			100 000	
Yleiskust + kust.tasaus ~ 10 %				1 260 000	14.000.000

Yhteensä 14.000.000

Kustannusarvio

Kanavavaihtoehto D

Pohjan leveys 100 m

Haraussyvyys -17,75 m

Kulkussyvyys 15,0 m

Työ	Yksikkö	Määrä	Yks. hint	Kustannus mk	Yhteensä mk
Raivaustyöt	m ²	100 000	0,50	50 000	
Hiekan ja soran imuruoppaus	m ³ ktr	2 670 000	4,40	11 748 000	
Kivien leikkaus	"	30 000	15,0	450 000	
Reunapenkereet (louhe)	m ³ rtr	60 000	20,0	1 200 000	
Luiskaverhous (louhe)	"	30 000	20,0	600 000	
Reunatiet	m	1 200	50,0	60 000	
Valaistus	arvio			100 000	
Kanavan turvalaitteet	"			500 000	
Sulanapitolaitteet	"			100 000	
Yleiskust. + kust.tasaus ~ 10 %				1 492 000	16.300.000

Yhteensä 16.300.000

Tie- ja vesirakennushallitus

Työ No 4413

04.05.1972

Vesitieosasto

Hankoniemen kanava

Tutkimusselostus

Yleistä

Tie- ja vesirakennushallituksen toimeksiannosta on Geotek Oy tehnyt maaperätutkimuksia Hankoniemen kanavan suunnitellulla rakennuspaikalla. Tutkimuksen tarkoituksena oli hankkia kanavan yleissuunnittelussa ja kustannusarvion laatimisessa tarvittavat tiedot kanavan ja väylän osalta maaperän laadusta sekä väylän osalta lisäksi syvyysuhteista.

Tutkimus suoritettiin syksyn 1971 ja talven 1972 aikana. Tutkimus jäi Hankoniemen kaakkoispuolella osittain kesken, koska jäät lähivät arvioitua aikaisemmin jo 13.3.1972.

Mittaukset

Tutkimuspisteet on sidottu alueella oleviin monikulmiopisteisiin. Sidonta on esitetty karttapiirustuksessa n:o 90548.

Korkeuden mittauksen 0-tasona on käytetty tasoa NN. Maalla olevat tutkimuspisteet on vaaittu korkeuskiintopisteestä KP 106, jonka korkeus tasossa NN on +3.009. Merialueen vedenkorkeuden on otettu Hangon luotsiaseman laituriin tehdyltä asteikolta, joka on tasossa teoreettinen MW 72. Luotaustulokset on kuitenkin korjattu tasoon NN.

Teor. MW 62 = NN - 9.8 cm

Kanava-alueella on tehty myös täydennyskarttoitus. Karttoitus koski alueelle tulleita uusia rakenteita, jotka on esitetty karttapiirustuksessa n:o 90548.

Kairaukset

Tutkimus oli alkuaan suunniteltu tehtäväksi painokairauksin ruudukkoon 50 m x 50 m. Lisäksi oli tarkoitus ottaa maanäytesarjat neljästä tutkimuspisteestä maaputkikairauskalustolla. Työn alussa kuitenkin havaittiin, että em. tutkimusmenetelmillä ei päästä vaa-dittuun tutkimussyvyyteen, joita olivat tasot -15, -18 ja -24. Siksi päätettiin em. tutkimusmenetelmät maalla korvata paine-ilmakairauskalustolla tehtävällä näytteenotolla.

Merialueella tutkimukset tehtiin aluksi alkuperäisen ohjelman mukaisesti (luotaukset ruudukkoon 25 m x 25 m ja painokairaukset ruudukkoon 50 m x 50 m) kunnes havaittiin, että maaperä oli kerrostumissuhteiltaan ja tiiveydeltään lähes samanlaista, jolloin painokairaukset päätettiin tehdä ruudukkoon 100 m x 100 m.

Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty karttapiirustuksessa n:o 90549 ja tutkimustulokset leikkauspiirustuksissa sekä laboratoriotutkimustulokset erillisillä tuloslomakkeilla.

Pohjavesi oli tutkimuksen aikana likimain samassa tasossa meriveden kanssa ja se maistui suolaiselta sekä esiintyi runsaana. Tällöin on todennäköistä, että harjussa on hyvin vettä johtavia kerrostumia, joiden kautta merivesi pääsee sekoittumaan pohjaveen. Laboratoriossa tutkitut vedenläpäisyarvot vaihtelivat 10^{-2} ja 10^{-3} välillä.

Seisminen tutkimus

Kanava-alueella on myös suoritettu seisminen tutkimus, jolla määrättiin nopeusarvoja irtomaasta. Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää eri maalajialueet ja kerrostumissuhteet. Käsityksen nopeuksien ja maalajien vastaavuudesta antaa liitteenä 1 oleva kokemusperäinen esitys.

Tutkimus suoritettiin leikkauksien D - D ja 17 kohdalta. Saadut mittaustulokset osoittavat, että nopeusarvot tutkimuslinjoilla

vaihtelevat noin 1500...2000 m/s. Liitteen 1 mukaan maalaji vaihtelee vastaavasti hiekasta - soraan - lajittuneeseen moreeniin.

Tutkimustulokset

Maaperä on maa-alueella yleensä tiivistä kitkamaata: hiekkaa ja soraa. Pintaosissa esiintyy ohuina kerroksina paikallisesti harjumoreenia, jota ei sen muodostumistavan vuoksi pidetä varsinaisena moreenina, mutta joka raakoostumukseltaan kuitenkin vastaa sitä, vaikka hienoainespitoisuus on vähäisempi kuin tyypillisessä moreenissa.

Maan pinnalla harjun keskiosalla likimain tutkimuspisteiden D 17, D 18 ja F 17 edustamalla alueella esiintyy kivikkoa, joka muodostuu jopa n. $1/4 \dots 1/2 \text{ m}^3$ kivistä. Tällä alueella esiintyy kiviä myös maan sisällä esim. tutkimuspisteessä D 17 n. 4...7 metrin syvyydessä.

Syvennällä esiintyy myös paikallisesti kerrostumia, joissa seisminen nopeus on lajittuneille kitkamaille varsin suuri. Tämä viittaisi siihen, että em. kerrostumat sisältäisivät runsaasti kiviä tai että maalaji on harjumoreenia. Tutkitut maa-näytteet eivät tue viimeistä vaihtoehtoa, mutta on mahdollista, jopa todennäköistä, että näytettä otettaessa on hienompirakeinen maa-aines huuhtoutunut pois pohjaveden erittäin runsaan esiintymisen vuoksi. Jäljelle on tällöin jäänyt tavallaan puhdas hiekka tai sora, jota näytteet edustavat.

Eri maalajialueet ja kerrostumissuhteet on esitetty leikkauspiirustuksissa n:ot 60822 ja 90553.

Merialueella maaperä on kairausten yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella yleensä myös keskitiivistä tai tiivistä kitkamaata. Pintaosissa esiintyy yleensä hienorakeisempia maa-ainekasia. Syvennälle mentäessä maalajit muuttuvat karkeammiksi. On lisäksi mahdollista, että syvennällä esiintyy harjumoreenikerrostumia, joihin painokaira ei kääntämällä enää tunkeudu vaan kerrokset on läpäisty tärykairalla lyömällä.

Kitkamaa esiintyy alueella löyhänä myös syvemmillä, esim. tutkimuspisteen G 26 kohdalla olevassa painanteessa ja tutkimuspisteessä A 25 sekä aivan tutkimusalueen kaakkoisreunassa (tutkimuspisteet E 7, G 8, I 9), missä vesisyvyys jyrkästi kasvaa. Maalaji on näillä alueilla todennäköisesti hietaa tai hiesua.

GEOTEK OY

Vac. 4/11 H. O. J. Järvinen

Liitteet:

- laboratoriotutkimustulokset
- seismisiä irtomaanopeuksia vastaavat maalajit; liite 1
- tutkimuspisteiden sijainti- ja korkeuskäyräkartasto 90548,
- luotauskartta 90556
- pituusleikkauspiirustus 70342
- poikkileikkauspiirustukset 70338 - 70340, 90502 - 90505, 70341, 90546, 90547 ja 50454
- leikkauspiirustukset n:ot 60622 ja 90553
- pisteselityskortit
- merkintöjen selitykset

KH/ip

HANGON TYÖRYHMÄN SELVITYS
HANKONIEMEN KANAVASTA

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMAT ALUSTAVAT HANKONIEMEN
KIERTÄVÄN VÄYLÄN SUUNNITELMAT

Utö - Hanko

Kustannuservio, vaihtoehto A I

- Väylän leveys 120 m
- Haraussyvyys -10,50
- Linjaus kohteiden 9 ja 10 kohdalla nykyisen väylän suuntainen

Poistettavien massojen ruoppaukset

Kohde	Massan laatu	massamäärä m ³ ktr	yks.kust. mk/m ³ ktr	kokonais- kust.
7a	maa	2000	30	60.000
	kallio	2000	300	600.000
9	maa	5000	30	150.000
	kallio	19100	250	4.775.000
10	maa	60700	30	
	kallio	9300	350	3.300.000
12	maa	700	30	21.000
	kallio	1000	300	300.000
13	maa	-		
	kallio	1650	300	495.000
14	maa	-		
	kallio	100	1.000	100.000

Valvonta, kiint.kust.korv.riskit 11%

9.801.000 mk

1.199.000 mk

11.000.000 mk

Väylän merkintä: 20 kpl

2.000.000 mk

Kiinteitä väylämerkkejä

a 100.000 mk

Yht. 13.0 milj.mrk

TVH, 31.1.1973

Utö - Hanko, kustannusarvio vaihtoehto A II

- Väylän leveys 120 m
- Haraussyvyys -10,50 m
- linjaus käännetty siten, että kohteessa 10 oleva kallio väistetään, samoin kohde 7b.

Poistettavien massojen ruoppaus

Kohde	Massan laatu	massamäärä m ³ ktr	yks.kust. mk/m ³ ktr	kokonais- kust.
7d	maa	-		-
	kallio	-		-
9	maa	5000	30	150.000
	kallio	20000	250	5.000.000
10	maa	32500	30	975.000
	kallio	450	300	135.000
12	maa	700	30	21.000
	kallio	1000	300	300.000
13	maa	-		-
	kallio	1650	300	495.000
14	maa	-		-
	kallio	100	1000	100.000

	7.176.000 mk
Valvonta, kiint.kust.riskit, korvaukset 11%	824.000 mk
	8.000.000 mk
Merkintä: 20 kpl kiint. väylämerkkejä ä 1.0000mk	2.000.000 mk
	10.000.000 mk
Yht.	<u>10.0 milj.mk</u>

TVH, 31.1.1973

Utö - Hanko, kustannusarvio, vaihtoehto B I

- Väylän leveys 120 m
- Haraussyvyys -11,50 m
- Linjaus kohteiden 9 ja 10 kohdalla nykyisen väylän suuntainen

Postettavien massojen ruoppaus

Kohde	Massan laatu	massamäärä m ³ _{ktr}	yks.kust. mk/m ³ _{ktr}	kokonais- kust.
7d	maa	5000	30	150.000
	kallio	6500	300	1.950.000
9	maa	10000	30	300.000
	kallio	22600	250	5.650.000
10	maa	83000	30	2.490.000
	kallio	15000	250	3.750.000
12	maa	900	30	27.000
	kallio	1000	300	300.000
13	maa	-		
	kallio	3000	300	900.000
14	maa	-		
	kallio	200	750	150.000

15.667.000 mk

+ 11% 1.333.000 mk

17.000.000 mk

Merkintä

2.000.000 mk

19.000.000 mk

Yht. 19.0 milj.mk

TVH 31.1.1973

Utö - Hanko,

Kustannusarvio, vaihtoehto B II

- Väylän leveys 120 m
- Haraussyvyys -11,50 m
- Linjaus sama kuin vaihtoehdossa A II

Poistettavien massojen ruoppaukset

Kohde	Massan laatu	massamäärä m ³ ktr	yks.kust. mk/m ³ ktr	kokonais- kust.:
7d	maa	-	-	-
	kallio	-	-	-
9	maa	10000	30	300.000
	kallio	31000	250	7.750.000
10	maa	65200	30	1.956.000
	kallio	1200	450	540.000
12	maa	900	30	27.000
	kallio	1300	450	585.000
13	maa	--	-	-
	kallio	3300	300	990.000
14	maa	-	-	-
	kallio	200	750	150.000

12.298.000 mk

Valvonta, kiint.kust.korv.riskit 11 %

1.702.000 mk

14.000.000 mk

Merkintä

2.000.000 mk

16.000.000 mk

Yht. 16,0 milj.mrk

TVH, 31.1.1973

HANGON TYÖRYHMÄN SELVITYS
HANKONIEMEN KANAVASTA

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUKSEN
LAATIMA VESILIIKENTEEEN KUSTAN-
NUS-HYÖTYANALYYSI

Hankoniemen kanavan käyttöhyödyt parannettuun kiertävään väylään verrattuna

0. Johdanto

Esitettävän laskelman tarkoituksena on arvioida Hangon kanavan käytöstä merenkululle koituvat hyödyt parannettuun kiertävään väylään verrattuna.

Laaditun liikenne-ennusteen perusteella on arvioitu vuosittaiset käyttöhyödyt vuosina 1980...2030 vuoden 1971 kustannustason mukaan. Käyttöhyödyt tältä 50 vuoden kuoletusajalta on sitten diskontattu perusvuoteen 1980 6 %:n korolla.

Kanavan käytöstä aiheutuvia hyötyjä on arvioitu koituvan alusten puutavarahinauksen jäänmurtajan ja luotsien ajansäästöstä sekä onnettomuusriskin vähenemisestä.

1. Nykyinen liikenne Hankoniemen kiertävällä väylällä ja arvio sen tulevasta kehityksestä

1.1. Nykyinen liikenne

Nykyisestä liikenteestä Hankoniemen kiertävällä väylällä on suurin osa kotimaista rannikkoliikennettä. Vain jäätilanteen vaikeutuessa ohjataan osa ulkomaanliikenteestä Hankoniemen kiertävälle väylälle.

Rannikkoliikenne on viime vuosina kasvanut tonneissa laskettuna nopeammin kuin ulkomainen tuonti ja vienti aluksilla. Esim. vuosina 1967...71 keskimääräiset kasvuprosentit olivat noin 9,9 %/v ja 7,8 %/v Satamaliiton tilastoista laskettuna. Huomattava osa rannikkoliikenteen kas-

vusta johtuu polttonestekuljetuksista, mutta myös nimikkeen muu tavara (pl. uitto) kuljetuksissa on tonneissa laskettuna tapahtunut kasvua, esim. 1968 → 69 6,4 %, 1969 → 70 6,7 % ja 1970 → 71 -0,8% (ulkomaisessa tuonnissa ja viennissä 1970 → 71 -2,4 %).

Säiliöaluksia on noin neljännes Hangon väylän alusliikenteestä. Vuonna 1971 kuljetettiin polttonesteitä rannikkoliikenteessä Hangon väylällä noin 400.000 tonnia, josta Shellin osuus oli noin 250.000 tonnia ja Esson 135.000 tonnia. Kolme neljänneistä alusliikenteestä on kuivalastikuljetuksia, mm. soraa, sementtiä ja lannoitteita. Edellisten lisäksi on raakapuuta hinattu nippulauttoina Hangon väylällä vuonna 1969 142.000 k-m³, 1970 122.000 k-m³ ja 1971 424.000 k-m³ Rannikko- ja sisävesiliikenteen työntantajaliiton ilmoituksen mukaan.

Merenkulkuhallituksen ja Hangon luotsien esittämän arvion mukaan oli Hankoniemen kiertävää väylää käyttäneiden kauppaa-alusten määrä vuonna 1970 noin 150...200 a/kk. Alusten kantavuusjakautumasta ei ole tarkempia tietoja, joten on oletettu jakautuman noudattaneen Etelä-Suomen satamissa käyneiden alusten kantavuusjakautumaa (Tvh 1972). Hangon väylän alusten keskikantavuus olisi tämän oletuksen mukaan ollut vuonna 1970 2.000 dwtonnin luokkaa.

1.2. Arvio Hankoniemen kiertävän väylän liikenteen kehityksestä

Hangon väylän liikenteen on oletettu kehittyvän koko maan rannikkoliikenteen kehityksen mukaisesti. Mikäli väylälle sen parantamisen jälkeen tullaan ohjaamaan nykyistä oleellisesti enemmän avustettavaa liikennettä talvisin, on tältä osin liikennemääräarviota tarkistettava ja korjattava käyttöhyötylaskelmat.

Rannikkoliikenteessä ja täten myös Hangon väylällä on ole-

tettu alusten kantavuuden kasvun olevan melko vähäistä johtuen lyhyehköistä kuljetusmatkoista ja pienistä kuljetuseristä. Neste tosin pyrkinee kotimaankin liikenteessä suurempiin aluksiin, mutta sen alukset eivät nykyisin eivätkä tulevaisuudessa käytä Hangon väylää kuin vaikeissa jääoloissa.

Etelä-Suomen satamien ulkomaisen tuonnin ja viennin (pl. polttoaineet ja pyöreän puutavaran tuonti) on ennustettu kasvavan noin 2...2,5 %/v vuosina 1966...2000 (Tvh 1969). Tässä laskelmassa on oletettu rannikkoliikenteen ja samalla Hangon väylän alusliikenteen kasvavan vuosina 1970...2000 2,5 %/v ja vuosina 2000...2030 0 %/v. Liikennemäärä Hangon väylällä olisi siten vuonna 1980 noin 190...250 a/kk. Raakapuun kuljettajat ovat arvioineet hinauksen Hangon väylällä kasvavan nykyisestä ehkä huomattavastikin. Tarkempien arvioiden puuttuessa on kuitenkin oletettu hinnattavan puumäärän olevan vuosina 1980...2030 200.000 k-m³/v. Esitetyt arviot lienevät melko varovaisia verrattuna viime vuosien kasvuun. Varovaisuuteen on kuitenkin syytä arvioiden pintapuolisuuden vuoksi.

2. Hyötylaskelmat

2.1. Laskentaperusteet

Rannikkoalusten melko pienen kulkusyvyiden vuoksi ei rannikkoliikenteelle ole oleellista merkitystä sillä, minkä syvyinen (9...15 m) väylä rakennetaan. Melko pienestä liikennemäärästä johtuen on oletettu yksi- ja kaksisuuntainen kanava samanarvoisiksi käyttöhyötyjen kannalta. On siis oletettu esitettyjen kanavavaihtoehtojen käyttöhyödyt keskenään yhtäsuuriksi verrattaessa parannettuun kiertävään 9 m ja 10 m väylään.

Vuosihyötyjen kasvu on suoraan riippuvainen liikennemäärän kasvusta, eli hyötyjen kasvu on edellä esitetyn arvion mu-

kaan vuosina 1970...2000 2,5 %/v ja vuosina 2000...2030 0 %/v. Vuosihyödyt voidaan diskontata perusvuoteen 1980 6 % korolla käyttäen kaavaa:

$$D(Y_{1980...2030}) = 1,78 y_{1980} + 3,76 y_{85} + 2,81 y_{90} + 2,10 y_{95} \\ + 1,60 y_{2000} + 1,17 y_{05} + 0,88 y_{10} + 0,65 y_{15} \\ + 0,49 y_{20} + 0,38 y_{25} + 0,18 y_{30} \text{ (Liikenne-} \\ \text{ministeriö} \\ \text{1971),}$$

Jossa $D(Y_{1980...2030})$ on vuosihyötyjen nykyarvo vuonna 1980 ja y_{1980} , y_{85} jne. ko. vuosien vuosihyötyjä.

Kun tunnetaan vuosihyötyjen kasvu, voidaan kaava muuttaa muotoon:

$$D(Y_{1980...2030}) = 21,4 y_{1980}$$

2.2. Alusten ajansäästö

Kanavan kautta kulkeva väylä olisi runsaat 6 km lyhyempi kuin parannettu kiertävä väylä.

	<u>Kiertävä</u>	<u>Kanava</u>
Väylän pituus, m	12.540	6.000
Alusten kulkunopeus, s	8	9
Matka-aika, min	51	21
Ajansäästö kanavaväylällä, min	30	

Noin 2.000 dwtonnin aluksen aluskustannus on 4.300 mk/vrk (Lehvonen 1970) vuoden 1970 kustannustasossa. Muunnettuna vuoden 1971 tasoon se on noin 4.500 mk/vrk eli 95 mk/30 min.

Alusten ajansäästöstä koituva hyöty on siten vuonna 1980:

$$220 \text{ a/kk} \times 12 \text{ kk/v} \times 95 \text{ mk/a} \approx 250.000 \text{ mk/v}$$

Alusten ajansäästöjen nykyarvo vuonna 1980 (50 v, 6 %) on:

$$21,4 \times 250.000 \text{ mk} = \underline{5,4 \text{ milj.mk}}$$

2.3. Nippulauttahinauksen ajansäästö

Nippulautan koko on viime vuosina Hangon väylän kautta suoritetuissa hinauksissa ollut 10.000...13.000 k-m³ ja hinausnopeus noin 3 km/h. Hinaajan teho on ollut 600 hv:n luokkaa ja miehistöä 5-6 miestä. Tällaisen hinaajayksikön tehollinen tuntikustannus on noin 70 mk/h. Lauttoja $200.000 \text{ k-m}^3 / 12.000 \text{ k-m}^3 / \text{lautta} = 17 \text{ lautta/v}$. Ajansäästö $(12,54 - 6,00) \text{ km} / 3 \text{ km/h} = 2 \text{ h/matka}$.

Hinauksen ajansäästöistä koituva hyöty on siten vuonna 1980:

$$17 \text{ l/v} \times 2 \text{ h/l} \times 70 \text{ mk/h} = 2.400 \text{ mk/v}$$

Koska hinattavien määrien oletetaan pysyvän vakiona, on diskonttauskerroin (50 v, 6 %) 15,8. Hinauksen ajansäästön nykyarvo vuonna 1980 (50 v, 6 %) on:

$$15,8 \times 2.400 \text{ mk} = \underline{0,04 \text{ milj.mk}}$$

2.4. Jäänmurtajan ajansäästö

Alukset tarvitsevat jäänmurtaja-apua Hangon väylällä keskimäärin 25.1. - 10.4. välisenä aikana eli 2,5 kk/v. Jäänmurtaja-avustuskustannus on noin 3.460 mk/h (PSST1972, s. 140). Ajansäästö avustusnopeuden ollessa 6 s on noin 0,6 h. Alukset on oletettu avustettavan molempiin suuntiin 5 aluksen ryhmissä.

Jäänmurtajan ajansäästöistä koituva hyöty on vuonna 1980:

$$220 \text{ a/kk} \times 1/5 \text{ a} \times 2,5 \text{ kk/v} \times 0,6 \text{ h} \times 3,460 \text{ mk/h} = 230.000 \text{ mk/v}$$

Jäänmurtajan ajansäästön nykyarvo vuonna 1980 (50 v, 6 %) on: $21,4 \times 230.000 \text{ mk} = \underline{4,9 \text{ milj.mk}}$.

2.5. Luotsien ajansäästö

Hangon luotsien mukaan kolme neljästä aluksesta käyttää nykyisin luotsia Hangon kiertävällä väylällä. Vaikka Hangon kohta väylästä parannettaisiin, tulisi ilmeisesti luotsinkäyttöaste pysymään nykyisellään luotsausosuuden muiden hankalien väyläosien vuoksi. Kanavan ansiosta luotsausmatka lyhenisi runsaat 6 km. Luotsimaksun alennus 2.000 dwtonnin alukselta olisi noin 20 mk/kerta (36...40 mpk → 31...25 mpk). Luotsilaitoksen tulot olisivat kanavaväylää käytettäessä vuonna 1980

$$3/4 \times 220 \text{ a/kk} \times 12 \text{ kk/v} \times 20 \text{ mk/a} = 40.000 \text{ mk/v}$$

pienemmät kuin parannettua kiertävää väylää käytettäessä.

Luotsilaitoksen menojen ja tulojen suhde on nykyisin noin 4:1. Jos väylän lyheneminen mahdollistaa pitkäkööllä aikavälillä vastaavan rationalisoinnin luotsilaitoksessa, olisivat luotsilaitoksen menot vuonna 1980 kanavan ansiosta $4 \times 40.000 \text{ mk/v} = 160.000 \text{ mk/v}$ pienemmät kuin kiertävää väylää käytettäessä. Luotsilaitoksen säästön nykyarvo vuonna 1980 (50 v, 6 %) olisi:

$$21,4 \times 160.000 \text{ mk} = \underline{3,4 \text{ milj. mk}}$$

2.6. Onnettomuusriskin väheneminen

Vuosina 1962...71 on nykyisellä Hangon kiertävällä väylällä sattunut seuraavat haverit (Sirvio 1971):

<u>Päivämäärä</u>	<u>Alus</u>	<u>Kansallisuus</u>	<u>Kantavuus</u>	<u>Korvaus</u>
28.10.-64	Gertrud Russin	saks.	2.100 dwt	?
26.4.-64	Kapitan Kanski	puol.	1.800 "	?
18.10.-67	Auriga	saks.	2.400 "	?
15.11.-69	Scandic	ruots.	1.200 "	?
22.11.-70	Pinja	suom.	2.721 "	313.758 mk

Kaikki em. haverit olivat pohjakosketuksia. Vakuutusyhtiöiden korvaukset pohjakosketuksesta rannikoillamme on ollut 0...2 milj.markkaa, yleensä noin 100.000 markan luokkaa.

Alus on ollut telakalla korjattavana pohjakosketuksen vuoksi 1...3 viikkoa, keskimäärin noin 10 vrk. 2.000 dwtonnin aluksen seisontakustannus on noin 3.600 mk/vrk vuoden 1971 kustannustasossa (Lehvonen 1970).

On oletettu parannetun kiertävän väylän onnettomuusriskin olevan vuonna 1980 yhtä suuren kuin kiertävän parantamattoman väylän riskin keskimäärin vuosina 1962...71 eli 0,5 onn./v. Onnettomuusriskikustannus kiertävällä väylällä on vuonna 1980:

$0,5 \text{ onn./v} (100.000 \text{ mk/on.} + 10 \text{ vrk} \times 3.600 \text{ mk/vrk} \times \text{onn.}) = 68.000 \text{ mk/v}$

Onnettomuusriskin kanavaväylällä on oletettu olevan neljännes kiertävän vastaavasta, koska kanavaväylä on noin puolet lyhyempi ja ehkä puolet turvallisempi pituusyksikköä kohti. Onnettomuusriski on kanavaväylällä vuonna 1980 $\frac{3}{4} \times 68.000 \text{ mk/v} = 49.000 \text{ mk/v}$

pienempi kuin parannetulla kiertävällä väylällä. Tämän hyödyn nykyarvo vuonna 1980 (50 v, 6 %) on:

$21,4 \times 49.000 \text{ mk} = \underline{1,0 \text{ milj.mrk}}$

3. Yhteenveto

Edellä esitettyjen laskelmien mukaan Hangon kanavan käyttämisen hyöty merenkululle parannettuun kiertävään väylään verrattuna on vuosilta 1980...2030 vuoteen 1980 6 %:n korolla pääomitettuna noin 14,7 milj.mrk. Hyödyn suuruus riippuu voimakkaasti liikennemääristä, ja Hangon väylän liikenteen arvioiminen vuoteen 2030 saakka on erittäin epävarmaa. Kun laskelmissa on lisäksi jouduttu tekemään lukuisia olettamuksia, on esitettyyn hyötyarvioon suhtauduttava tietyllä varauksella. Ilmeisesti merenkulun hyöty kanavasta parannettuun kiertävään väylään verrattuna on kuitenkin 10 ja 15 milj. markan välillä.

Lähtekirjallisuutta:

Lehvonen Risto 1970. Selvitys aluskustannuksista (moniste).
Tie- ja vesirakennushallitus, vesitieosasto, Helsinki

Liikenneministeriö, Keiteleen-Päijänteen kanavatyöryhmä
1971. Yhteiskunnallisten laskelmien soveltaminen liikenne-
sektoriin, Keiteleen-Päijänteen kanavahanke. Helsinki

Sirvio Esko 1971. Merionnettomuuksien analysointi väylä-
suunnittelun kannalta (diplomityö). Tie- ja vesirakennus-
hallitus, vesitieosasto, Helsinki

Tie- ja vesirakennushallitus 1969. Etelä-Suomen satamatoi-
mikunnan mietintö. Helsinki

Tie- ja vesirakennushallitus 1972. Pohjois-Suomen satama-
toimikunnan mietintö. Helsinki

13.10.1972/HH